

## Modelování vlivu spolupracujících obnovitelných zdrojů na síť

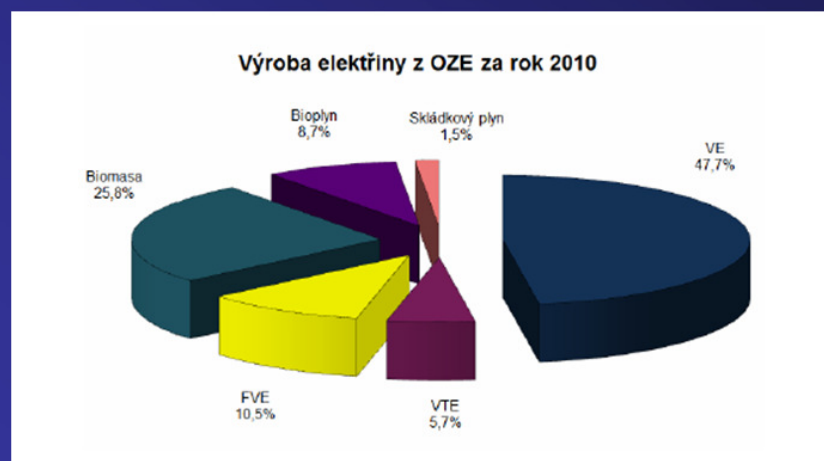
Ing. Milan Bělík, Ph.D.  
Ing. Petr Jindra, Ph.D.

Katedra elektroenergetiky a ekologie  
Elektrotechnická fakulta  
Západočeská univerzita v Plzni

1

## Úvod

- Mezinárodní snaha o zvýšení podílu obnovitelných zdrojů



2

## Výhody biomasy

- Možnost další výstavby v rámci ČR
- Ekologicky přijatelný zdroj
- Zdroj s vysokou spolehlivostí
- Možnost nasazení v rámci SMART Grids

3

## Energie biomasy

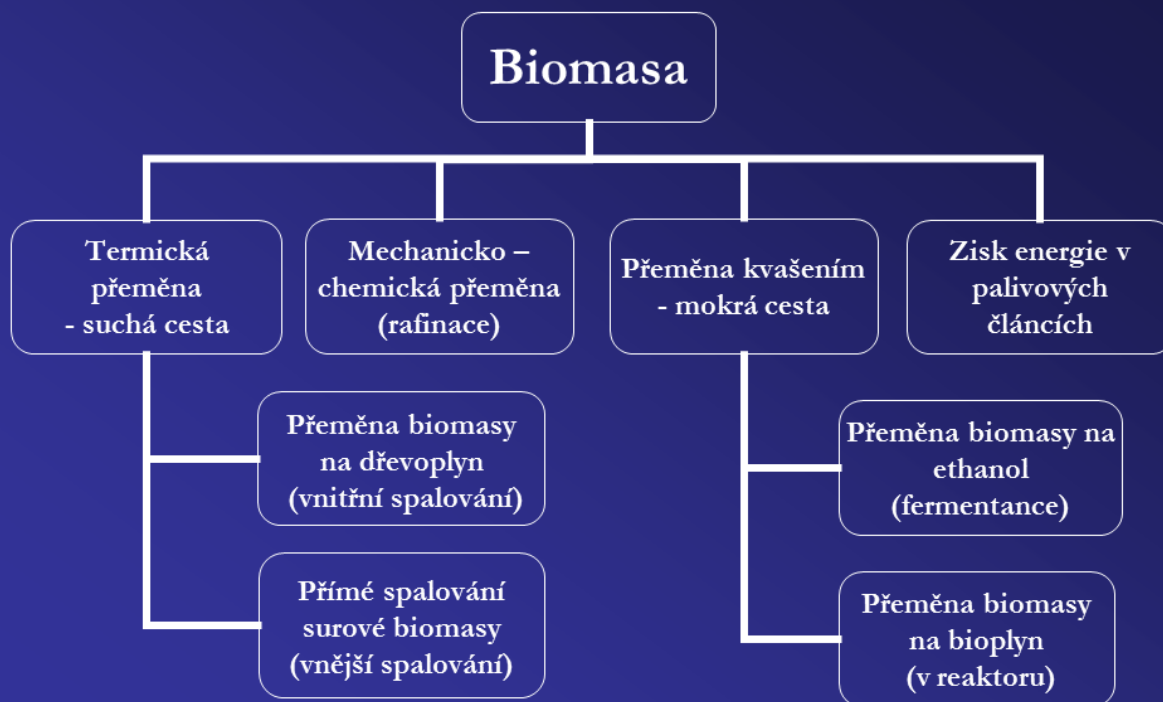
X

## Fosilní paliva



4

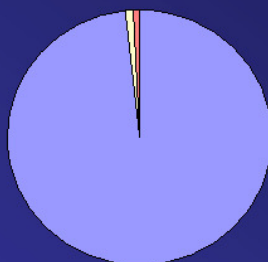
## Energie z biomasy



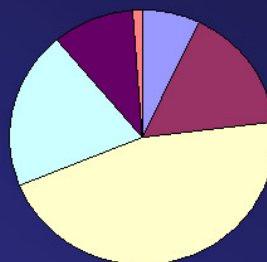
5

## Složení přírodních plynů

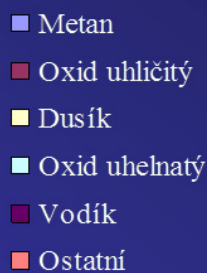
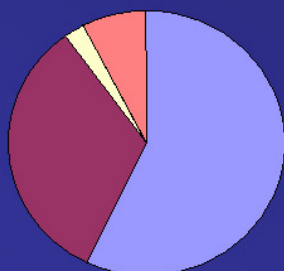
Zemní plyn



Dřevoplyn



Bioplyn

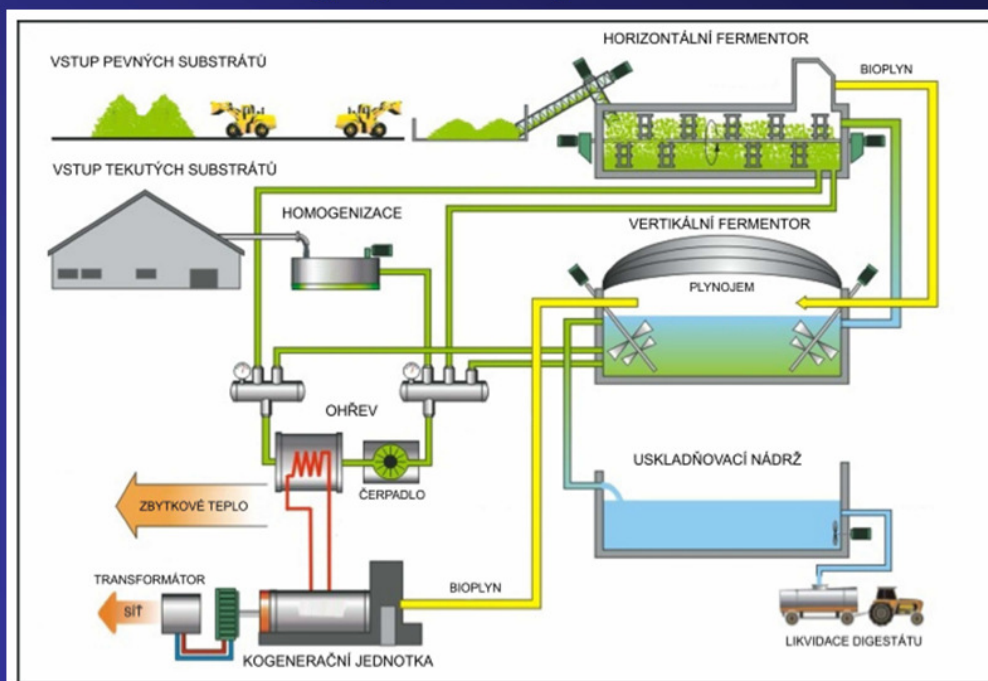


6

Parametr	Bioplyn (skládky odpadů)	Bioplyn (ČOV)	Bioplyn (prasečí kejda)
Výhřevnost (MJ/m <sup>3</sup> )	16,9	21,1	24
H <sub>2</sub> (%)	1	1	-
CO (%)	1	-	-
O <sub>2</sub> (%)	3	-	-
N <sub>2</sub> (%)	-	-	-
Cl-, F- (mg/m <sup>3</sup> )	-	-	-
NH <sub>3</sub> (mg/m <sup>3</sup> )	-	-	40
CO <sub>2</sub> (%)	48	38	41
CH <sub>4</sub> (%)	49	61	69
H <sub>2</sub> S (mg/m <sup>3</sup> )	350	1000	2300

7

## Bioplynová jednotka



8



## Bioplynová jednotka Vejprnice



9

## Jednotka STKO Chotíkov



10

## Jednotka STKO Chotíkov

- Plocha skládky je 15 ha, 60 tisíc tun odpadu ročně
- Plyn je jímán z rekultivované kazety K1. Objem je zhruba 570 tisíc m<sup>3</sup>. Odběr je 55 až 60 m<sup>3</sup> bioplynu za hodinu.
- Po vyčerpání plynů z K1 se mobilní zařízení přemístí ke kazetě K2.

11

- Stará skládka
- Kazeta K1
- Kazeta K2



12

## Jednotka STKO Chotíkov

- Motor:
  - 6-ti válec (v řadě), 12 l, přeplňovaný
  - otáčky  $1500 \text{ min}^{-1}$
- Generátor:
  - synchronní
  - výkon 120 kWe

13

## Optimalizace provozu jednotek

- Optimalizace využití tepla
  - Vytápění administrativních budov
  - Odpar skládkové vody
- Optimalizace spolupráce se sítí
  - Optimalizace pomocí vyrovnávacího zásobníku
  - Optimalizace pomocným zdrojem metanu
- Spolupráce s jiným OZE

14

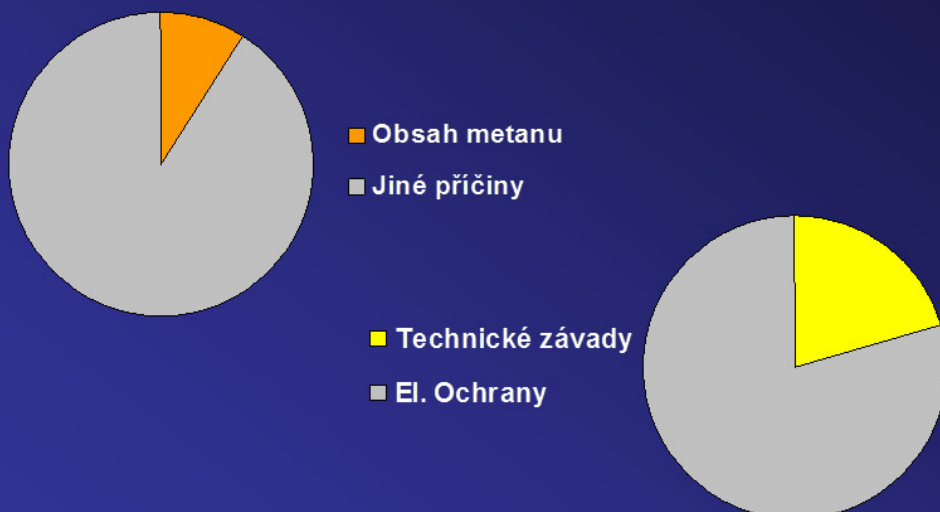


## Výpadky jednotky

Příčina poruchy	Počet poruch		
	2008	2009	SUMA
Zpětná wattová	54	11	65
Podpětí	1	0	1
Podfrekvence (SW signál)	1	0	1
Přetížení generátoru z JMO	15	0	15
Generátorový vypínač	3	0	3
Vnitřní ochrana gen. Vypínače	3	0	3
Sumární porucha sítě z JMS	45	39	84
Teplota spalin za turbodmychadlem	14	9	23
Nouzové vypnutí rozvaděče DT1	1	1	2
Obsah metanu ve skládkovém plynu	15	6	21
Únik skládkového plynu v prostoru ČS	0	1	1
Problémy s chladicí vodou	0	1	1
Problémy s čerpáním plynu	0	1	1
Zkrat generátoru	2	0	2
Zkrat generátoru z JMO	0	3	3
Činný elektrický výkon generátoru	3	0	3
SUMA	157	72	229

15

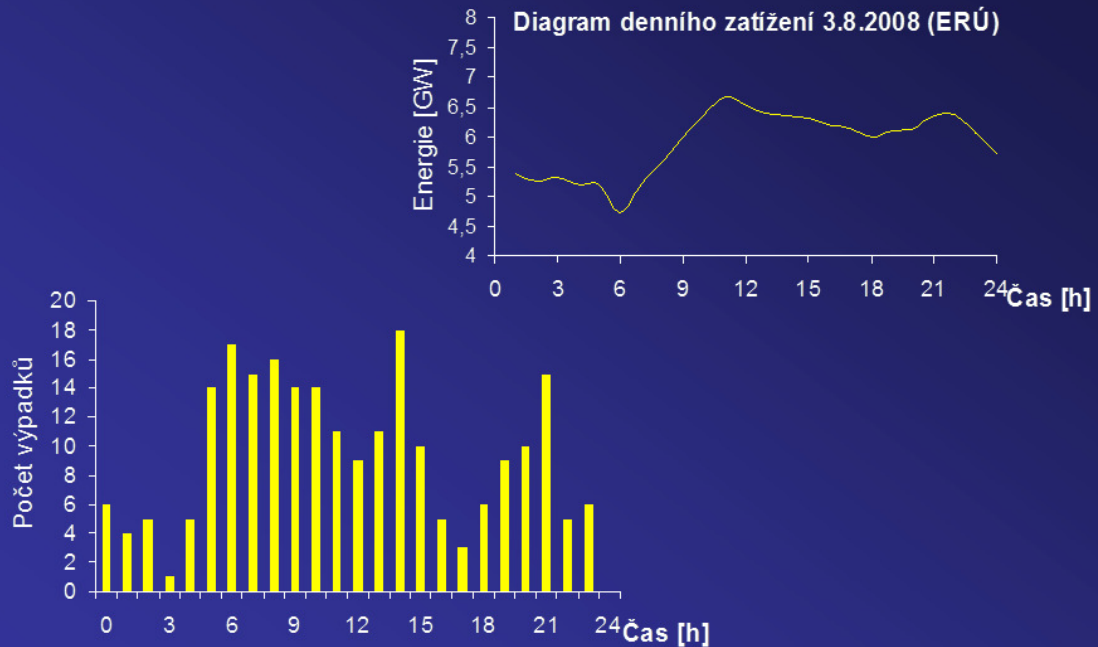
## Výpadky jednotky



16

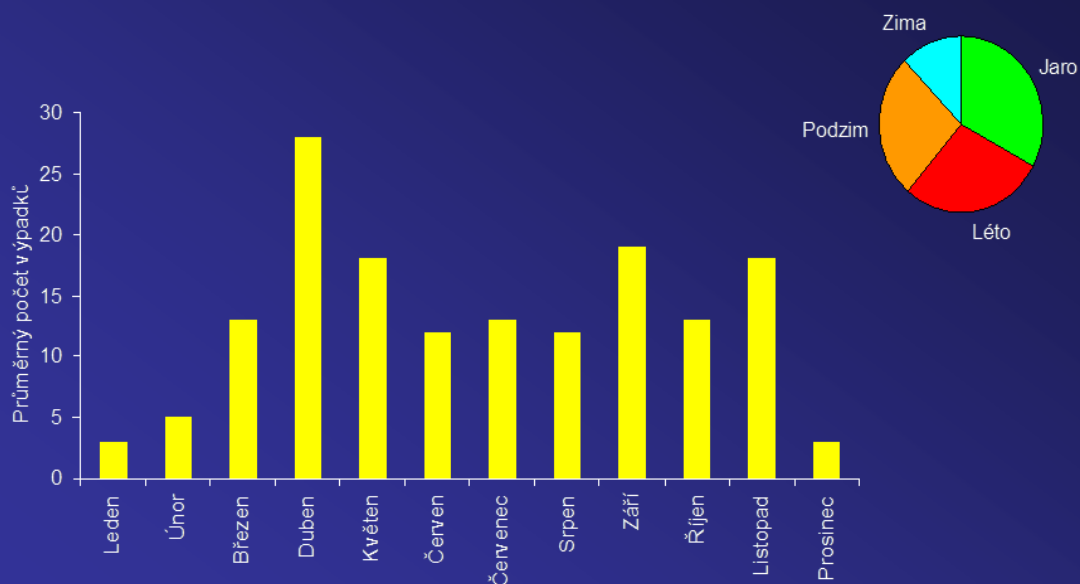


## Průběh výpadků – denní diagram



17

## Průběh výpadků – roční diagram



18

## Spolupráce s jiným OZE

- Nutná změna ochran
- Dostatečně rychlá změna výkonu
- Malé ztráty při regulaci
- Spolupráce s větrnou a fotovoltaickou elektrárnou

19

- 2007 – staré normy – jednostupňové ochrany
- Jednostupňová ochrana FUV 23024
- Výměna za dvoustupňovou – lepší stabilita

Číslo	Parametr	Nastavení	Rozměr
A7	Mez nadfrekvence	51	[Hz]
A8	Zpoždění nadfrekvence	0,1	[s]
A9	Mez podfrekvence	49	[Hz]
A10	Zpoždění podfrekvence	0,1	[s]
A11	Mez přepětí L1	253	[V]
A12	Mez přepětí L2	253	[V]
A13	Mez přepětí L3	253	[V]
A14	Zpoždění přepětí	0,1	[s]
A15	Mez podpětí L1	207	[V]
A16	Mez podpětí L2	207	[V]
A17	Mez podpětí L3	207	[V]
A18	Zpoždění podpětí	0,1	[s]
A19	Mez napětové nesymetrie	30	[V]
A20	Zpoždění napětové nesymetrie	0,5	[s]
A21	Mez vektorového skoku	8	[°]
A22	Zpoždění vyhodnocení vektorového skoku po připojení fázových napětí	0,2	[s]

20

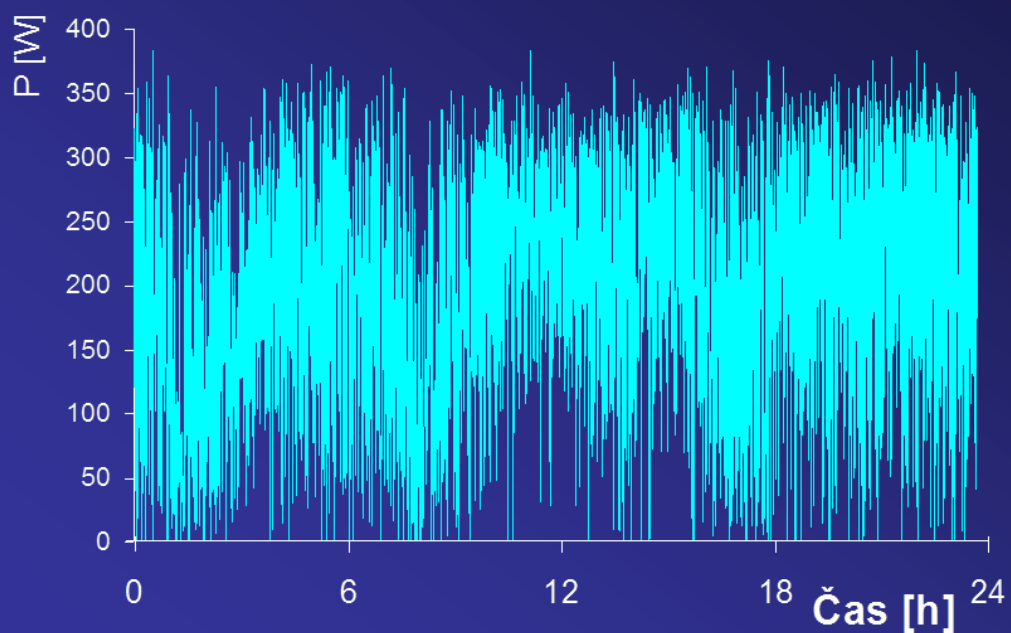
## Spolupráce s jiným OZ - VTE



21

## Spolupráce s jiným OZ - VTE

Průběh výkonu větrné elektrárny 500W (větrný den)



22

## Spolupráce s jiným OZE - VTE

- Nevhodná lokalita
- Značná nestabilita
  
- Nemožnost regulace BPS

23

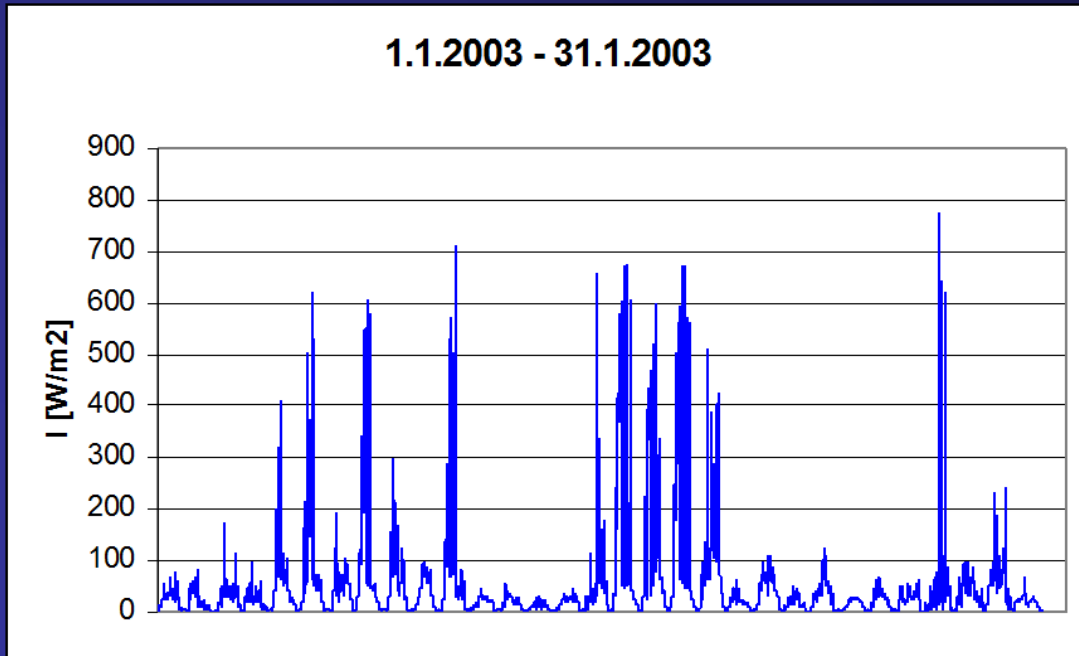
## Spolupráce s jiným OZ - FVE

- Rekultivovaná plocha bez vegetace  
48000m<sup>2</sup>
- Jihozápadní sklon plochy
- Absence stínu
- Dostatečně pevné podloží
- Zabezpečení, připojení...

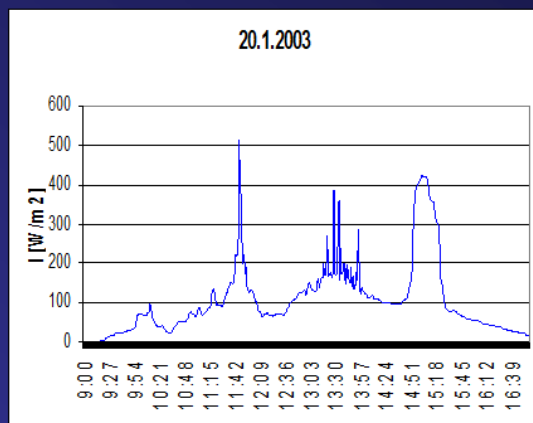
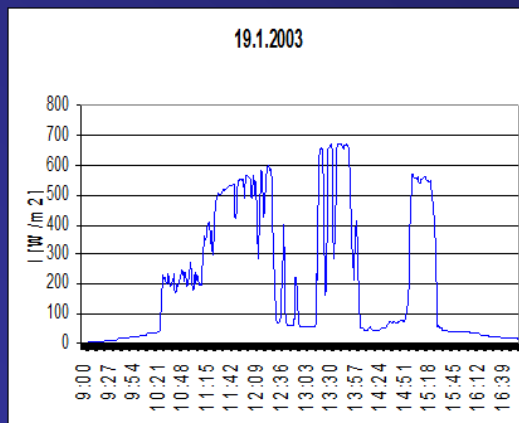
24



## Využitelná energie v zimním období

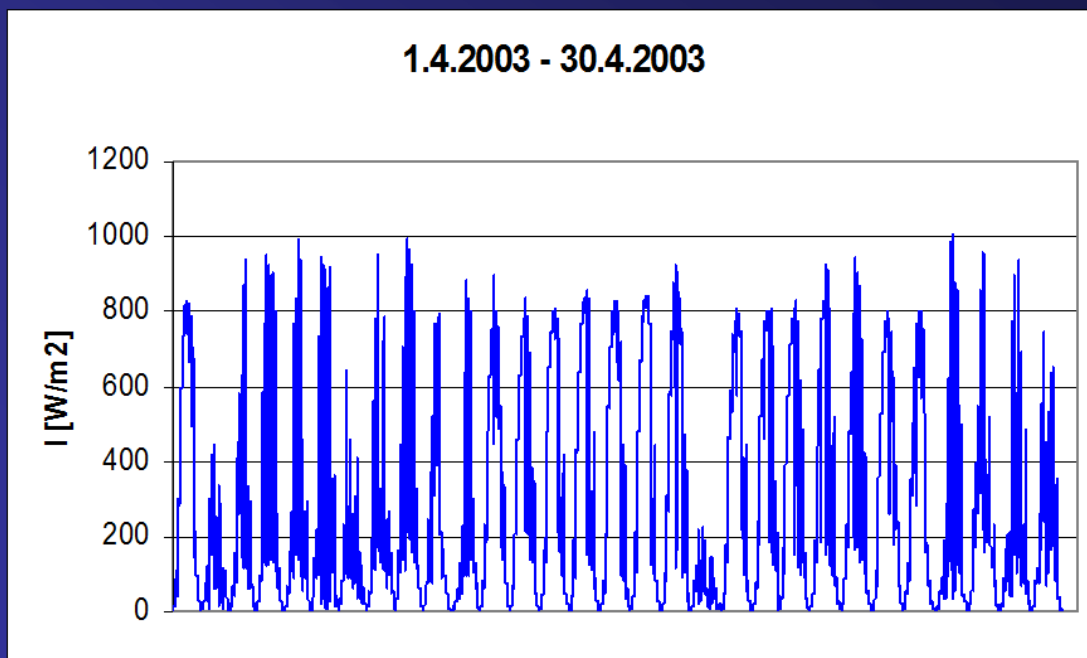


25

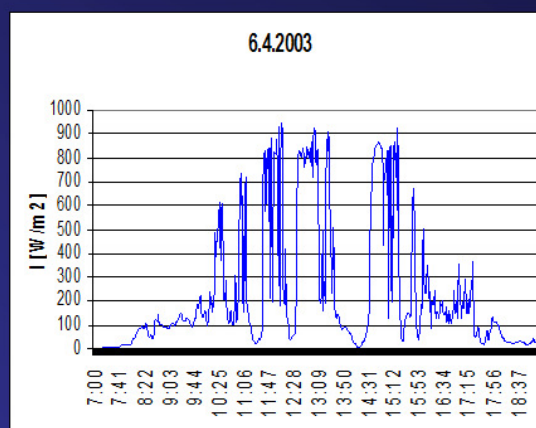
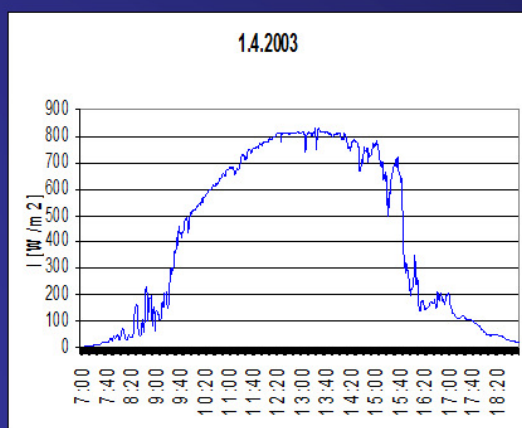


26

## Využitelná energie v jarním období

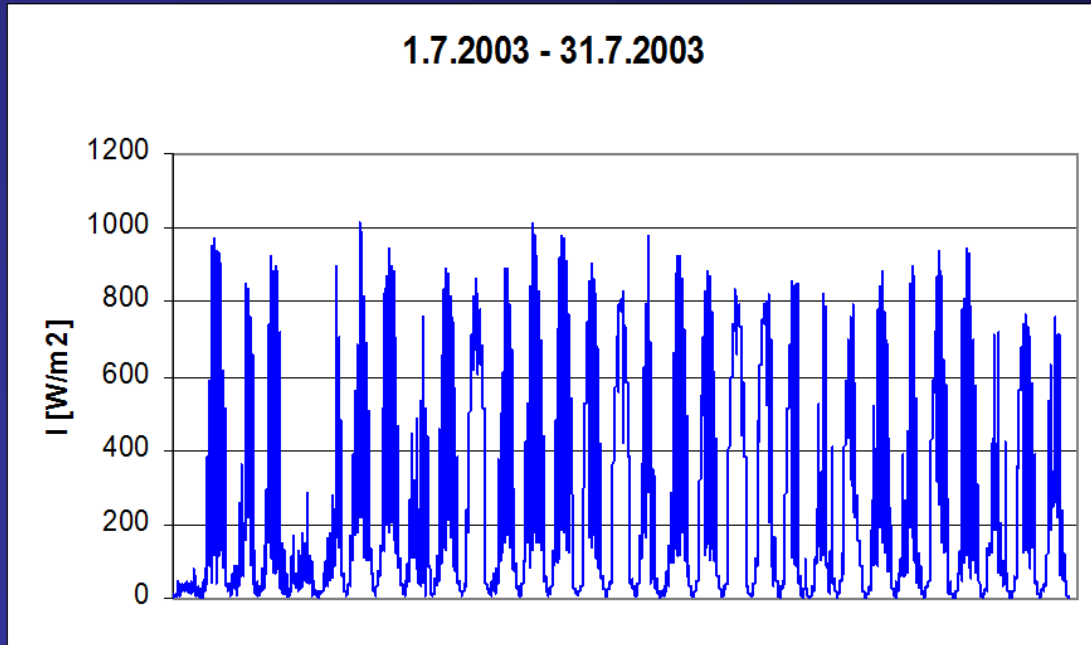


27

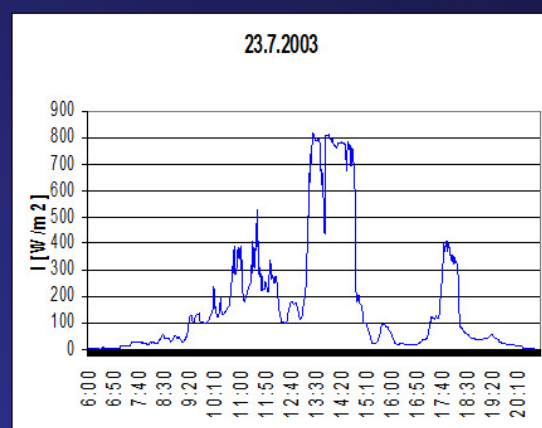
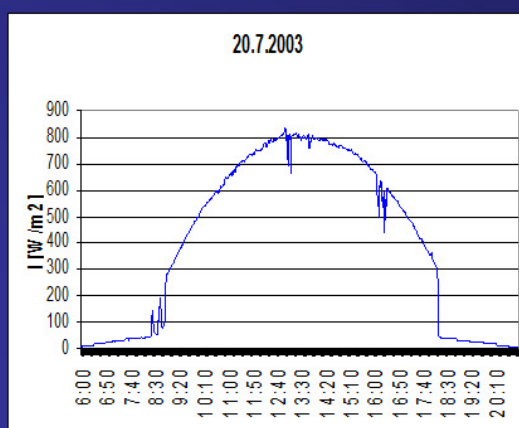


28

## Využitelná energie v letním období

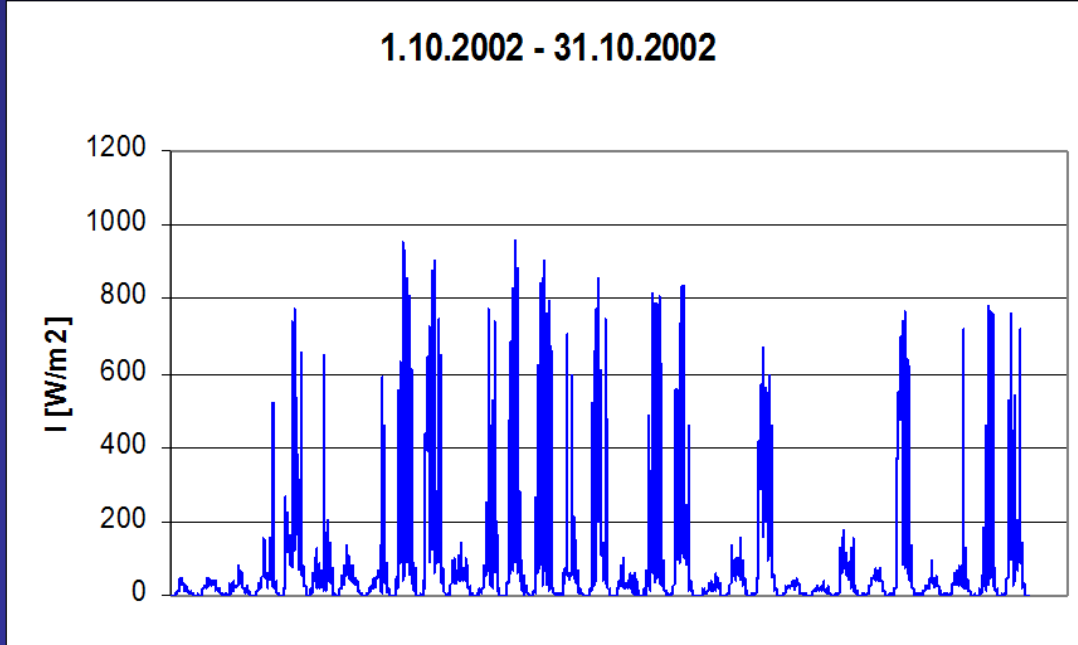


29

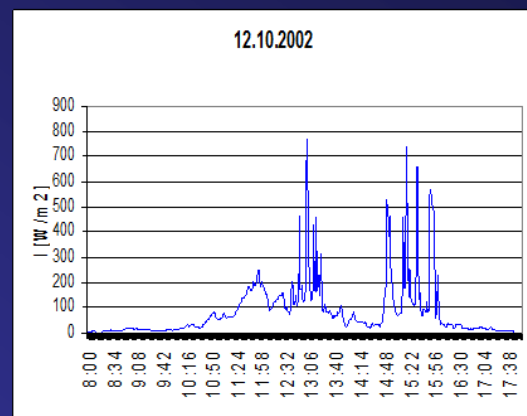
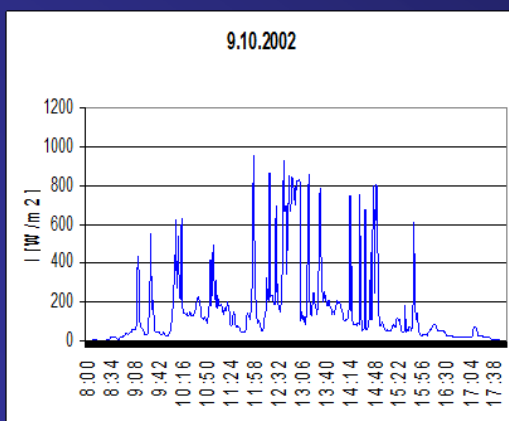


30

## Využitelná energie v podzimním období



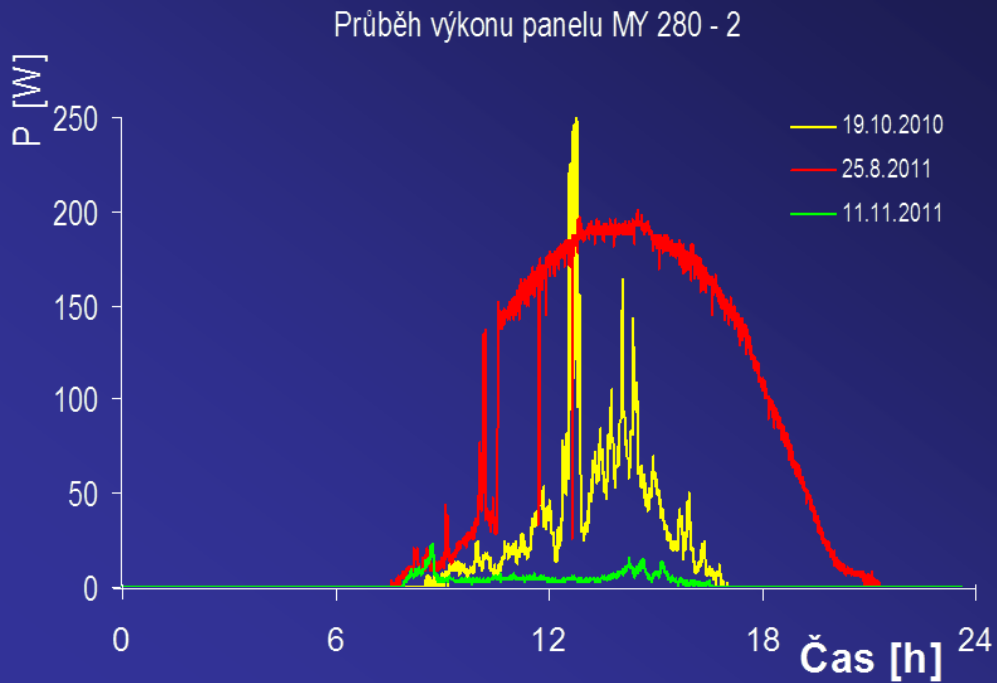
31



32

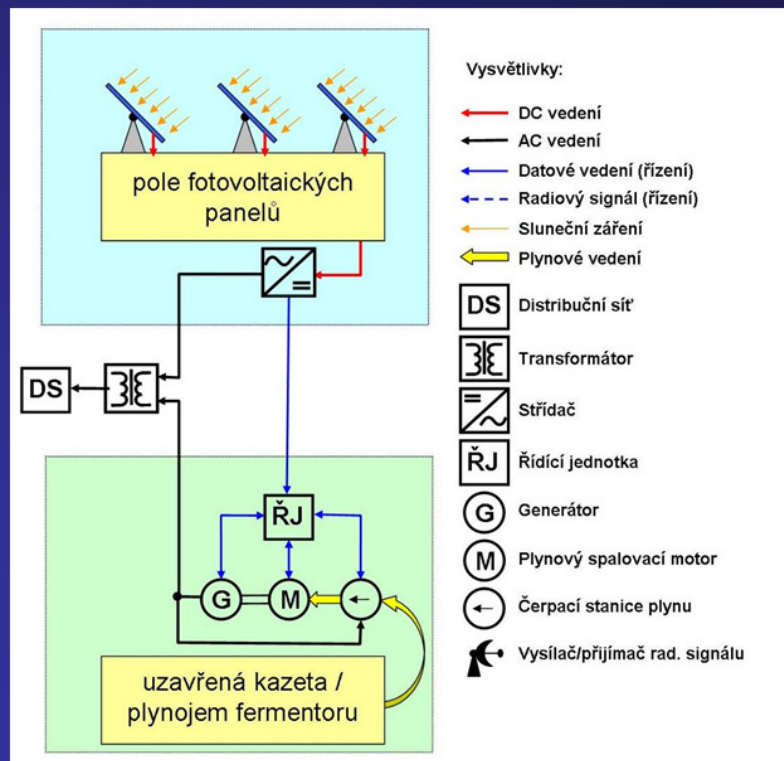


## Spolupráce s jiným OZ - FVE



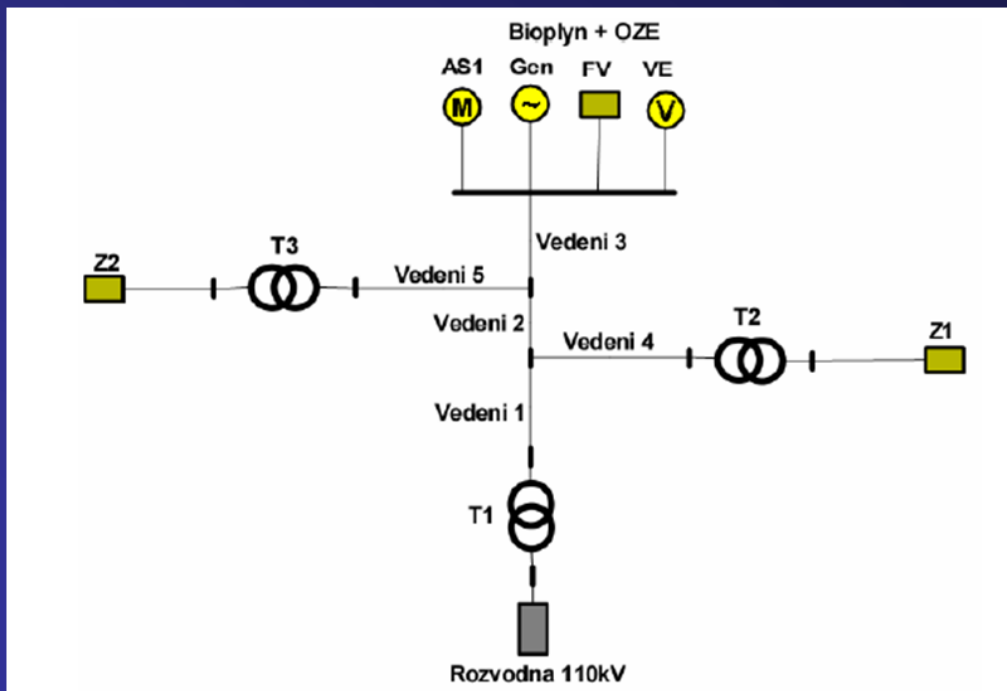
33

## Spolupráce s FVE



34

# Model sítě



35

**Parametry Zátěže**

Typ: U, P, cos fi

Název: FV

U [kV]: 22

P [kW]: -100

cos fi: 0.98

Qk [kVAr]:

Nesymetrická zátěž

Filtr

OK Zrušit

**Param. napájecího uzlu**

Název napájecího uzlu: Rozvodna 110kV

Základní parametry

Un [kV]: 110

Uprov [kV]: 110

Izkr [kA]: 0.003

Szkr [MVA]: 0.5

Ro/R1 [-]: 1

Xo/X1 [-]: 1

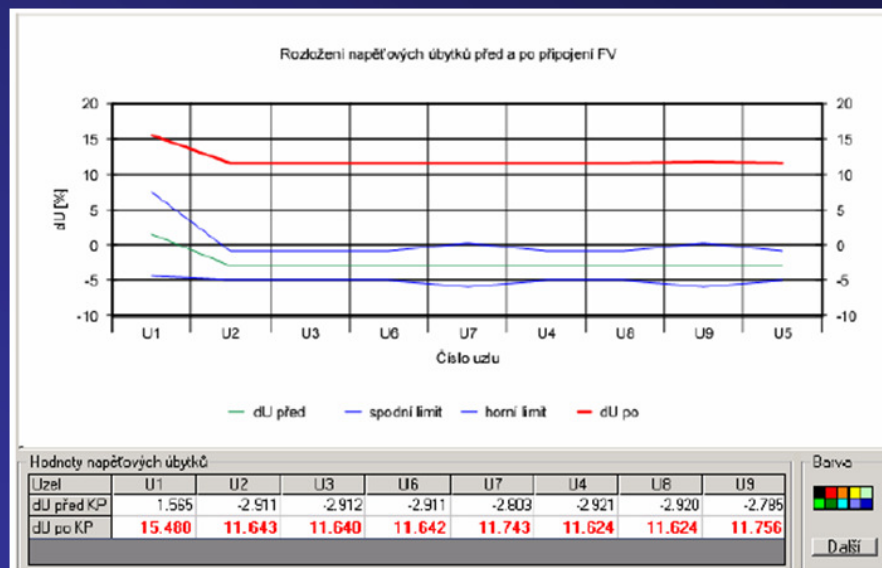
Zdroj barvy: 0

Nepovinný parametr

R/X: 0

Maximální zkratový výkon

OK Zrušit



36

## Možnosti regulace spojených zdrojů

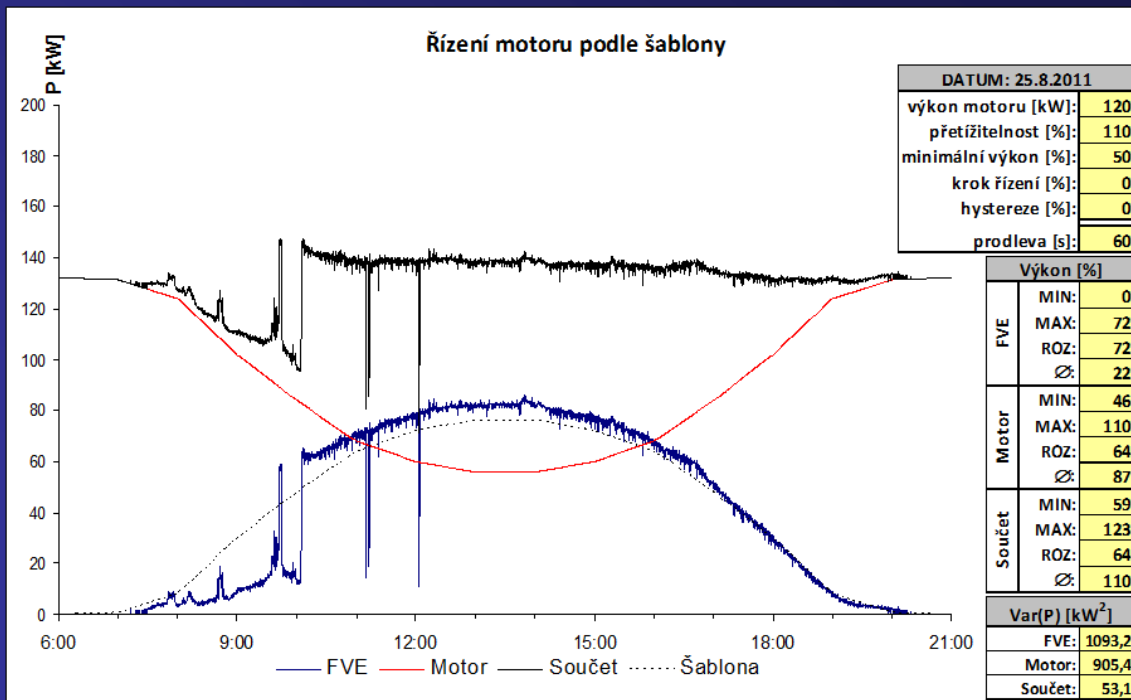
- Udržení výkonu generátoru bioplynové jednotky mezi 10 % a 130 % jmenovitého výkonu
- Respektovat omezení rychlosti změny výkonu v čase (skoková změna)
- Respektovat reakční dobu řídicí jednotky a motoru (minimum 30 s)
- Vytvořit regulaci co nejjednodušší na řídicí prvky
- Snížit objem dat v signálu na minimum
- Výrazně nezměnit množství spáleného plynu za 24 hodin
- Maximálně využít stroje (maximální zisk z prodeje elektřiny)

37

## Řízení motoru podle šablony

- **Výhody:**
  - Nepřenáší se žádná data, opadá vyhodnocování
  - Pomalé a plynulé změny výkonu motoru
- **Nevýhody:**
  - Schopnost reagovat jen na standardní typy průběhů
  - Potřeba vytvořit sadu šablon

38



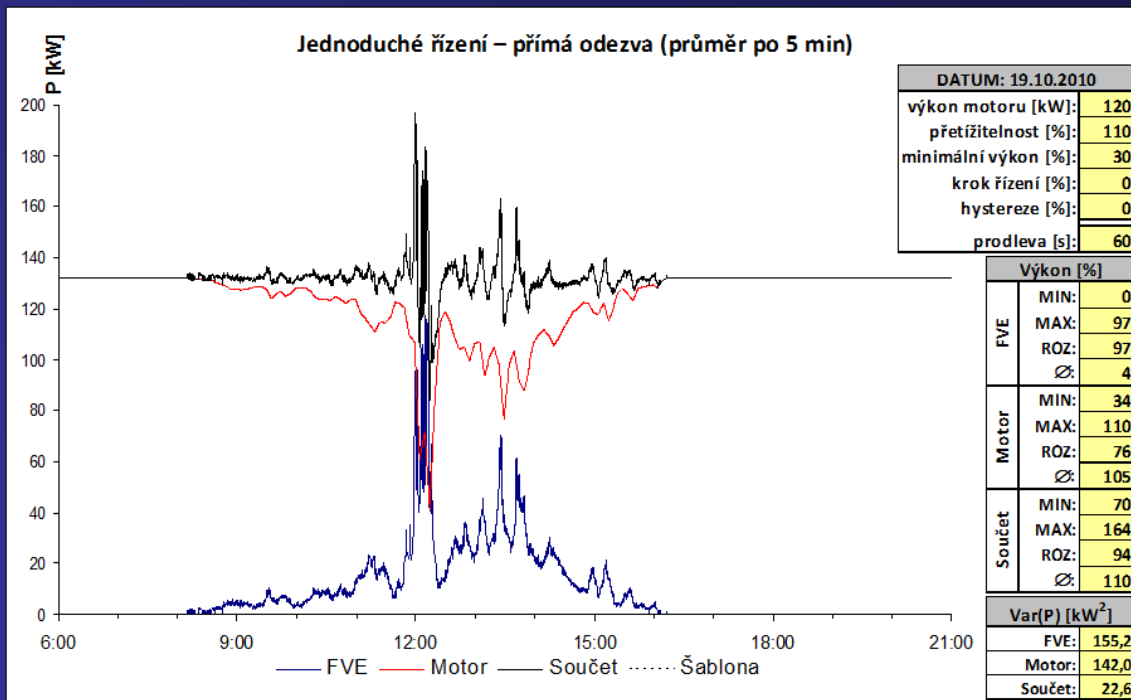
39

## Jednoduché řízení – přímá odezva

- **Výhody:**
  - Dobrá stabilizace celkového výkonu
  - Schopnost reagovat na všechny typy průběhů
  - Systém řízení nepotřebuje paměťovou jednotku
- **Nevýhody:**
  - Velké množství přenášených dat
  - Rychlé a velké změny výkonu motoru

40



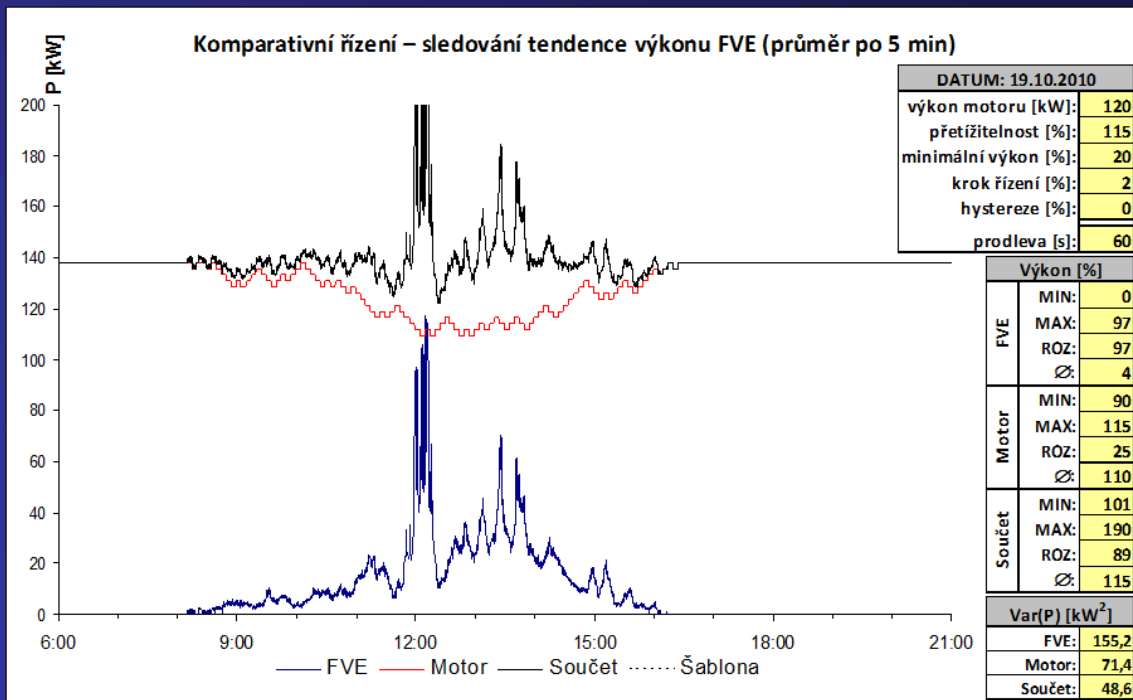


41

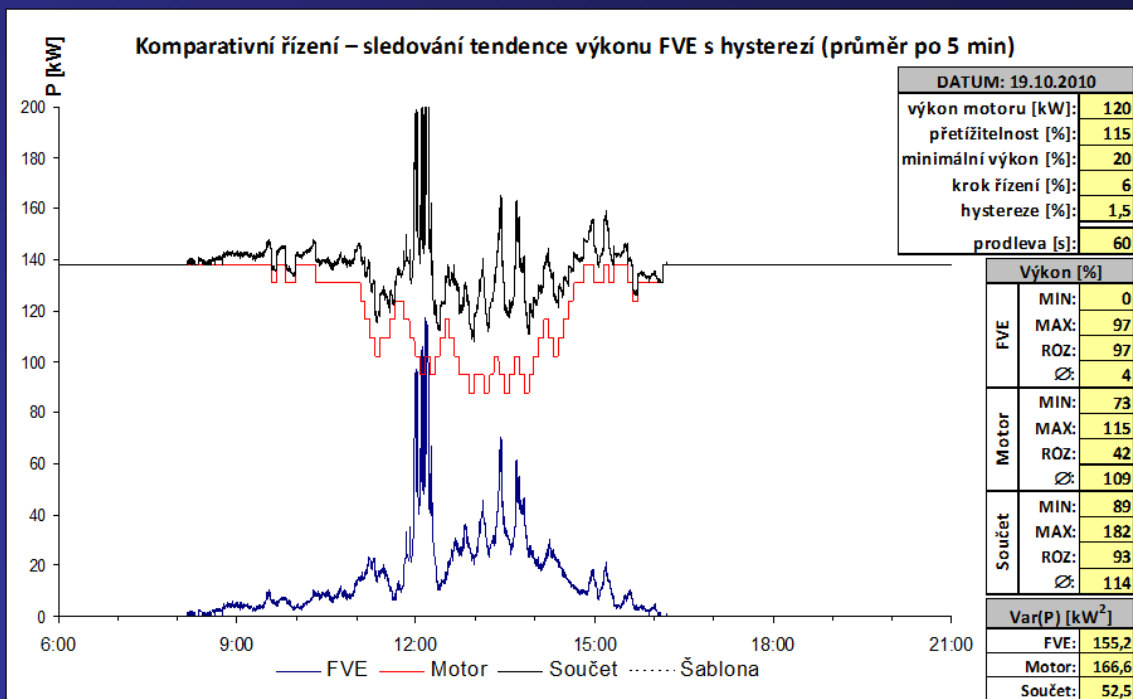
## Komparativní řízení – tendence výkonu FVE

- **Výhody:**
  - Schopnost reagovat na všechny typy průběhů
  - Pomalé změny výkonu
  - Výkon motoru neklesá pod 50 %
  - Bez velkých skoků ve výkonu motoru
- **Nevýhody:**
  - Menší stabilizace celkového výkonu
  - Systém řízení potřebuje paměťovou jednotku
  - Velké množství přenášených dat

42



43

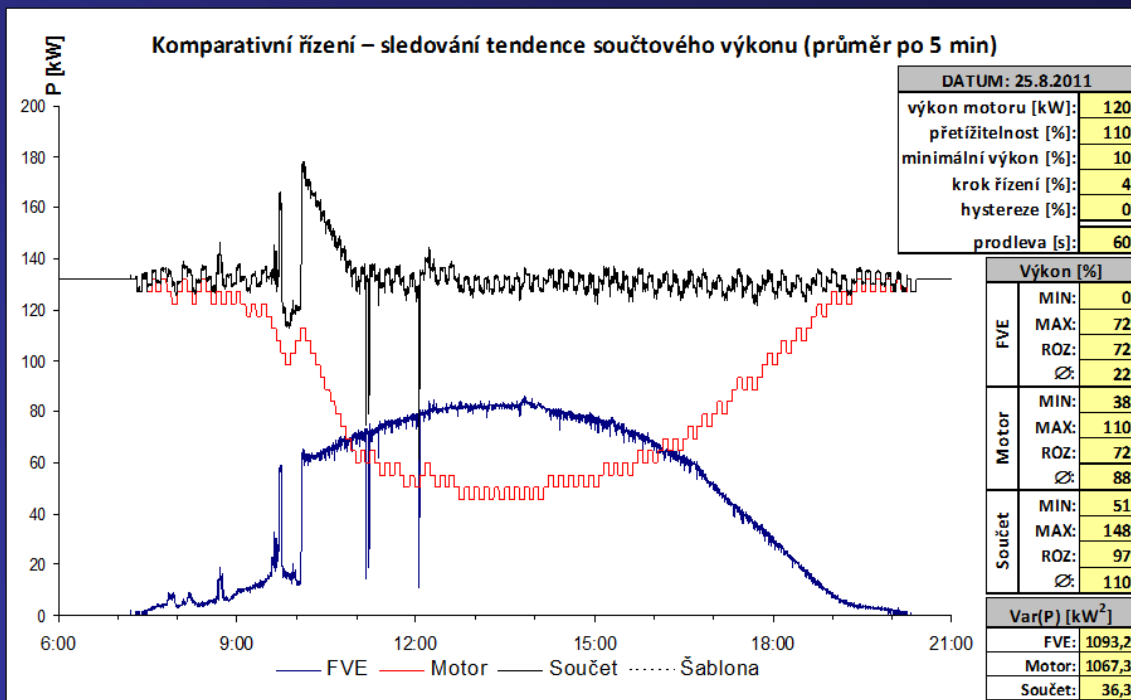


44

## Komparativní řízení – tendence součtového výkonu

- **Výhody:**
  - Dobrá stabilizace celkového výkonu
  - Schopnost reagovat na všechny typy průběhů
  - Pomalé a pozvolné změny výkonu motoru
  - Výkon motoru neklesá pod 50 %
- **Nevýhody:**
  - Systém řízení potřebuje paměťovou jednotku
  - Složitější zpracování signálu
  - Velké množství přenášených dat

45



46

## Závěr

- Změna ochran, nikoliv paliva
- Změna legislativních podmínek
  - „zelené“ teplo
  - lepší výkupní cena za regulaci
- Tvorba inteligentních sítí
  - zdroje reagující na potřeby sítě
  - zdroje reagující na potřeby spotřebitelů